

WO2003063526A1 METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING FEEDBACK IN CLOSED LOOP TRANSMISSION DIVERSITY

Bibliography

DWPI Title

Closed loop transmission diversity feedback control method for mobile communication, involves calculating feedback information regarding amplitude and phase control, based on received pilot signal, during handover

Original Title

METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING FEEDBACK IN CLOSED LOOP TRANSMISSION DIVERSITY

Assignee/Applicant

Standardized: FUJITSU LTD SEKI HIROYUKI JITSUKAWA DAISUKE TANAKA YOSHINORI

Original: FUJITSU LIMITED

Inventor

SEKI Hiroyuki ; JITSUKAWA Daisuke ; TANAKA Yoshinori

Publication Date (Kind Code)

2003-07-31 (A1)

Application Number / Date

WO2002JP300A / 2002-01-18

Priority Number / Date / Country

WO2002JP300A / 2002-01-18 / JP

Abstract

A method for controlling the feedback in a closed loop transmission diversity that transmits feedback information representative of amplitude and phase control amounts from a mobile station to a radio base station. A mobile station receives, during a handover control, a downstream pilot signal transmitted from a new base station; calculates in advance, based on the received pilot signal, feedback information

representative of amplitude and phase control amounts to be transmitted to the new base station; and then transmits this feedback information to the new base station before the switching to the new base station is completed by the handover.

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年7月31日 (31.07.2003)

PCT

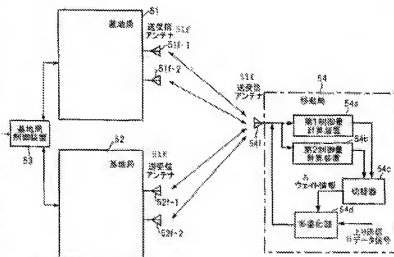
(10) 国際公開番号
WO 03/063526 A1

- (51) 国際特許分類: H04Q 7/22
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人/米國についてのみ: 関宏之 (SEKI, Hiroyuki) [JP/JP], 〒211-8588 神奈川県川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP), 奥川 大介 (ITSUKAWA, Daisuke) [JP/JP], 〒211-8538 神奈川県川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP), 田中 良紀 (TANAKA, Yoshinori) [JP/JP], 〒211-8588 神奈川県川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/00300
- (22) 国際出願日: 2002年1月18日 (18.01.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人/米國を除く全ての指定国について: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP], 〒211-8588 神奈川県川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 齋藤 千幹 (SAITO, Chikamasa), 〒262-0033 千葉県千葉市 花見川区葛城本郷 1 丁目 1 4 番 1 0 号 幸栄パレス 202 齋藤特許事務所 Chiba (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, US.

(続業有)

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING FEEDBACK IN CLOSED LOOP TRANSMISSION DIVERSITY

(57) 発明の名称: 閉ループ送信ダイバーシティにおけるフィードバック制御方法及び装置



- 51...BASE STATION CONTROL APPARATUS
51f-1...BASE STATION TRANSMITTING ANTENNA
51f-2...BASE STATION RECEIVING ANTENNA
52...MOBILE STATION
52f-1...MOBILE STATION TRANSMITTING ANTENNA
52f-2...MOBILE STATION RECEIVING ANTENNA
53...BASE STATION CONTROL APPARATUS
54...MOBILE STATION CONTROL APPARATUS
54a...FIRST CONTROL AMOUNT CALCULATING APPARATUS
54b...SECOND CONTROL AMOUNT CALCULATING APPARATUS
54c...SWITCHING UNIT
54d...MULTIPLEXING UNIT
54e...UPSTREAM TRANSMISSION DATA SIGNALS

(57) Abstract: A method for controlling the feedback in a closed loop transmission diversity that transmits feedback information representative of amplitude and phase control amounts from a mobile station to a radio base station. A mobile station receives, during a handover control, a downstream pilot signal transmitted from a new base station; calculates in advance, based on the received pilot signal, feedback information representative of amplitude and phase control amounts to be transmitted to the new base station; and then transmits this feedback information to the new base station before the switching to the new base station is completed by the handover.

(続業有)

WO 03/063526 A1



(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

移動局から無線基地局に振幅および位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバシティにおけるフィードバック制御方法である。移動局は、ハンドオーバー制御中に、ハンドオーバー先の基地局が送信する下りパイロット信号を受信し、該受信したパイロット信号に基いてハンドオーバー先の基地局に送信する振幅および位相制御量を表すフィードバック情報を予め計算し、ハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する。

明 細 書

閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法及び装置

技術分野

本発明は閉ループ送信ダイバーシチシステムにおけるフィードバック制御方法及び装置に係わり、特に、ハンドオーバー先基地局に対するアンテナウェイトをハンドオーバーによる基地局切替より先に計算してフィードバックすることによりハンドオーバー直後に起こる送信ダイバーシチの遅延を回避するフィードバック制御方法及び装置に関する。

背景技術

閉ループ送信ダイバーシチ方式は、セルラー移動通信システムの無線基地局に複数のアンテナ素子を設け、基地局において、①同一の送信データ信号に移動局から送られてくるフィードバック情報に基づいて異なる振幅および位相制御を施し、②該振幅および位相制御を施された送信データにパイロット信号を多重して異なるアンテナを用いて送信し、③移動局側では下りパイロット信号を用いて前記フィードバック情報（振幅および位相制御量）を再び決定して上りチャネル信号に多重化して基地局側に伝送し、以後、上記動作を繰り返す。

第3世代移動通信システムである W-CDMA における閉ループ送信ダイバーシチでは2本の送信アンテナを用いる方式が採用されている。図13は、2本の送信アンテナを用いる場合のシステム構成を示す図である。互いに直交するパイロットパターン P_1 、 P_2 がパイロット信号生成部 11 において生成され、合成部 CB_1 、 CB_2 において送信データに組み込まれてそれぞれ送信アンテナ 10-1、10-2 から送信される。移動局受信側のチャネル推定部(図示せず)は受信パイロット信号と対応する既知のパイロットパターンとの相関をとることにより、基地局の各送信アンテナ 10-1、10-2 から移動局受信アンテナ 12 までのチャネルインパルス応答ベクトル \underline{h}_{11} 、 \underline{h}_{12} を推定することができる。

制御量計算部 13 はこれらチャネル推定値を用いて(1)式で示す電力 P を最大とする基地局の各送信アンテナ 10-1、10-2 の振幅および位相制御ベクトル（ウェイトベクトル） $\underline{w} = [w_1, w_2]^T$ を計算する。そして、これを量子化してフィードバック情報として上りチャネル信号に多重化して基地局側に伝送する。但し、

w_1 、 w_2 の両方の値を伝送する必要は無く、 $w_1=1$ として求めた場合の w_2 の値のみ伝送すればよい。

$$P = \underline{w}^H H^H H \underline{w} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$H = [\underline{h}_1, \underline{h}_2] \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 \underline{h}_1 、 \underline{h}_2 はそれぞれアンテナ 10-1 およびアンテナ 10-2 からのチャネルインパルス応答ベクトルである。また H^H や w^H の肩の添え字は、 H や w のエルミート共役をとることを表す。インパルス応答ベクトル \underline{h}_1 はインパルス応答の長さを L とすると、次式で表される。

$$\underline{h}_1 = [h_{11}, h_{12}, \dots, h_{1L}]^T \quad \dots \dots \dots (3)$$

ソフトハンドオーバー時には(1)式の代わりに次式を最大とする制御ベクトル \underline{w} を計算する。

$$P = \underline{w}^H (H_1^H H_1 + H_2^H H_2 + \dots) \underline{w} \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここで H_k は k 番目の基地局からの信号のチャネルインパルス応答である。

移動局では、このようにして、重み係数(ウェイトベクトル)を制御計算部 13 において計算し、多重化部 18 において該重み係数をフィードバック情報として上り送信データに多重し、送信アンテナ 14 から、基地局に送信する。基地局では、受信アンテナ 15 で、移動局からのフィードバック情報を受信し、フィードバック情報抽出部 16 において、制御量である重み係数 w_1 、 w_2 を抽出し、振幅・位相制御部 17 が乗算器 MP_1, MP_2 を用いて下り送信データに重み係数 w_1 、 w_2 を乗算し、送信アンテナ 10-1、10-2 から送出する信号の振幅、位相制御を行う。これにより、移動局では効率よく 2 本のダイバーシチ送信アンテナ 10-1、10-2 から送信された信号を受信することが出来る。

W-CDMA では、重み係数 w_2 を 1 ビットに量子化するモード 1 と、4 ビットに量子化するモード 2 の 2 通りの方法が規定されている。モード 1 では 1 ビットのフィードバック情報を毎スロット伝送して制御するため、制御速度が速い反面、量子化が粗いため正確な制御が出来ない。一方、モード 2 では 4 ビットの情報で制御するため、より精度の高い制御ができる反面、各スロットで 1 ビットずつ伝送して 4 スロットで 1 ワードのフィードバック情報を伝送するため、フェージング周波数が高い場合にはこれに追従できずに特性が劣化する。このように、フィ

ードバック情報を伝送する上りチャネル信号伝送レートが限られている場合、制御精度とフェージング追従速度はトレードオフの関係にある。

図 14 は 3rd Generation Partnership Project (以下 3GPP と称す) で標準化されている上りリンクのフレーム構成図で、送信データのみが送信される DPDCH データチャネル (Dedicated Physical Data Channel) と、Pilot やフィードバック情報等の制御データが多重されて送信されている DPCCH 制御チャネル (Dedicated Physical Control Channel) とが直交符号により実数軸および虚数軸に多重されている。すなわち、移動局から基地局への上り信号のフレームフォーマットにおいて、1 フレームは 10 msec で、15 スロット (slot #₀ ~ slot #₁₄) で構成されている。DPDCH データチャネルは QPSK 変調の直交する I チャネルにマッピングされ、DPCCH 制御チャネルは QPSK 変調の直交する Q チャネルにマッピングされる。DPDCH データチャネル (I チャネル) の各スロットは n ビットで構成され、n はシンボル速度に応じて変化する。DPDCH データチャネルには 1 以上のトランスポートチャネルのデータを最大 6 チャネルまで多重して送信できる。制御データを送信する DPCCH 制御チャネル (Q チャネル) の各スロットは 10 ビットで構成され、シンボル速度は 15 ksp/s 一定であり、パイロット PILOT、送信電力制御データ TPC、トランスポート・フォーマット・コンビネーション・インジケータ TFCI、フィードバック情報 FBI を送信する。PILOT、TPC、TFCI、FBI のビット数は必要に応じて変更することができる。PILOT は受信側でチャネル推定 (伝搬路特性の推定) をしたり、SIR を測定する際に利用するもの。TPC は送信電力制御に利用するもの。TFCI はデータのシンボル速度や 1 フレーム当たりのビット数、レベティションにより増加するビット数等を送信するもの。FBI は基地局における送信ダイバーシチを制御するための前述のフィードバック情報 (重み係数/ウェイトベクトル) を送信するものである。

W-CDMA の Release 99 規格では、フィードバック情報の伝送により上りチャネルの伝送効率が低下するのを回避するため、送信アンテナ数として 2 本より多い場合は考慮されていない。しかしながらフィードバック情報の増加や更新速度の低減を許容すれば、3 本以上への拡張も可能である。

図 15 は、送信アンテナ数が 4 本の場合の構成例を示す図である。なお、図 1

5においては、図 13と同様の構成要素には同様の参照番号を付して、説明を省略する。送信アンテナ数がN本の場合(図 15の例で、送信アンテナ 10-1~10-4の4本)、無線機地局でN本の互いに直交するパイロット信号 $P_1(t), P_2(t), \dots, P_N(t)$ をそれぞれ異なる送信アンテナを用いて送信する。これらパイロット信号間には以下の関係がある。

$$\int P_i(t)P_j(t) dt=0 \ (i \neq j) \quad \dots \dots \dots (5)$$

各パイロット信号はそれぞれフェージングによる振幅および位相変動を受け、これらの合成信号が移動局受信アンテナ 12 に入力される。移動局受信機のチャネル推定部(図示せず)はフェージングの影響を受けた受信パイロット信号と既知パイロット信号 $P_1(t), P_2(t), \dots, P_N(t)$ との相関をそれぞれ求めることにより、各パイロット信号のチャネルインパルス応答ベクトル $\underline{h}_1, \underline{h}_2, \dots, \underline{h}_N$ を推定することが出来る。

制御部計算部 13 はこれらチャネルインパルス応答ベクトルを用いて、(6)式で示す電力Pが最大となるように基地局の各送信アンテナ 10-1~10-4 の振幅および位相制御ベクトル(ウェイトベクトル) $w = [w_1, w_2, \dots, w_N]^T$ を計算し、これを量子化してフィードバック情報とし、多重化部 18 で上りチャネル信号に多重化して基地局側に伝送する。

$$P = \underline{w}^H H^H H \underline{w} \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$H = [\underline{h}_1, \underline{h}_2, \dots, \underline{h}_N] \quad \dots \dots \dots (7)$$

但し、図 15 の場合でも $w_1 = 1$ として求めた場合の w_2, w_3, \dots, w_N の値を伝送すればよい。事実、図 15 ではウェイトベクトル w_1 を下り送信データ信号に乗算する乗算器 MP_1 が省略されている。

図 16 は、移動局の詳細な構成例を示す図である。なお、図 16 では、基地局の送信アンテナ数は4本あるとしている。まず、基地局からの下りデータ信号は、受信アンテナ 12 において受信され、データチャネル逆拡散部 20 とパイロットチャネル逆拡散部 22 に送られる。データチャネル逆拡散部 20 では、データチャネルが逆拡散され、パイロットチャネル逆拡散部 22 では、パイロットチャネルが逆拡散される。パイロットチャネル逆拡散部 22 の処理結果である、逆拡散後のパイロット信号は、チャネル推定部 23-1~23-4 に入力される。

チャネル推定部 23-1~23-4 は、基地局の送信アンテナ 10-1~10-4 から受信アンテナ 12 までの各チャネル推定値を求めるため、受信パイロット信号 $P_1' \sim P_4'$ と既知のパイロット信号 $P_1 \sim P_4$ を比較する。そして、受信したパイロット信号の伝搬による振幅・位相変調の状態を示すチャネルインパルス応答 $\underline{h}_1 \sim \underline{h}_4$ を得て、制御量計算部 13 に入力する。制御量計算部 13 は、フィードバック情報として送信可能な多数のウェイトベクトルを有しており、これらを用いて電力 P を算出し、最大の電力 P を与えるウェイトベクトルを求めて、フィードバック情報とする。

チャネル推定部 23-1~23-4 は、各送信アンテナ毎のインパルス応答をチャネル推定部 24 に入力し、該チャネル推定部 24 は全体としてのインパルス応答 \underline{h} を求め、これを受信機 21 に入力してデータチャネルの復調に使用する。また、制御量計算部 13 は求めたウェイトベクトルをフィードバック情報として多重化部 18 に入力し、多重化部 18 は該フィードバック情報と送信データ信号を多重する。データ変調部 25 は多重データに基いて直交変調し、拡散変調部 26 は拡散変調して送信アンテナ 14 から、フィードバック情報を含む上りデータ信号を基地局に向けて送信する。

図 16 では、下り受信データを復調するために、パイロットチャネルから求めたチャネル応答ベクトル $\underline{h}_1, \underline{h}_2, \dots, \underline{h}_N$ を用いて同期検波を行う方法を示している。この場合、受信機 21 においてデータシンボルの同期検波に用いられるチャネル推定値は以下のように計算される。

$$\underline{h} = Hw \quad (8)$$

ここで、 \underline{h} は移動局受信アンテナで合成されたデータチャネルのチャネルインパルス応答ベクトルであり、ベクトルの長さは L である。

閉ループ送信ダイバーシチの最適ウェイトは、(1)式で示す電力 P を最大にするウェイトとして計算されるが、ウェイトを精度良く求めるには、ある区間平均した電力 P の値を用いて比較する必要がある。この平均区間は、パイロットシンボルの受信電力やフェージング速度、フィードバック周波数などによって決定される。すなわち、パイロットの受信電力が低い場合は、ウェイトの精度を上げるために平均区間を長くしなければならないし、フェージング速度が速い場合は、平

均区間を長くすることにより精度良くウェイトを求めることができる。逆にフェージング速度が速い場合は、平均区間を短く設定しなければならない。いずれにしても、この測定区間は最適ウェイトを求めるための遅延時間となる。

したがって、移動局が通信している基地局がハンドオーバーによって切り替って新たに閉ループ送信ダイバーシチを開始する際、①その開始タイミングがハンドオーバー先の基地局アンテナのウェイト計算に要する測定区間分、遅延が生じるか、あるいは、②切替った直後に十分な測定区間を確保できない事態が生じる。また、移動局で計算したアンテナウェイトが、フィードバック情報としてよりチャネル信号に多重化され、基地局に伝送されて送信アンテナウェイトとして反映されるまでに遅延(フィードバック遅延)が生じ、このフィードバック遅延もハンドオーバー先の基地局が閉ループ送信ダイバーシチを開始するまでの遅延となる。さらに、基地局が切替る直前に移動局から送信されたフィードバック情報は、フィードバック遅延により、ハンドオーバー先の基地局のウェイトとして処理されてしまうという問題もある。

図 17 は、ハンドオーバーする場合の従来システムの構成例であり、2 つの基地局 1, 2 間でハンドオーバーを行う場合の例を示しており、図 13 と同一部分には同一符号を付している。尚、基地局 1, 2 及び移動局 4 の全アンテナは送受信共用になっている。又、図 13 のフィードバック情報抽出部 16 及び復調・位相制御部 17 は一体化され、更にアンテナ割り当て機能を付加されてアンテナ割当・ウェイト制御部 12 として示されている。又、基地局 1, 2 は同一構成になっている。ハンドオーバーは、基地局 1, 2 と上位装置である基地局制御装置 3 と移動局 4 との間の上位レイヤでメッセージを送受することにより行われる。

各基地局 1, 2 にはそれぞれ 2 本の送受信アンテナ 10-1, 10-2; 20-1, 20-2 が設けられている。この場合、基地局 1 では w_1 を固定して w_2 を制御し、基地局 2 では、 w_3 を固定して w_4 を制御することもできる。

移動局 4 は現在通信している基地局 1 のパイロット信号 P_1, P_2 のみを受信して、送信ダイバーシチの最適ウェイト w_1, w_2 の計算を行っている。そして、ハンドオーバーにより基地局 2 に切替った後は、ハンドオーバー先の基地局 2 のパイロット信号 P_3, P_4 を用いて、アンテナウェイト w_3, w_4 の計算を開始する。

図 18 に、移動局 4 が基地局 1 から基地局 2 にハンドオーバーした場合の受信制御タイミングおよびフィードバック制御の流れを示す。ここでは、ウェイトの測定区間は 1 スロットであり、ウェイトのフィードバックも 1 スロット毎に行われている。また、フィードバック遅延は約半スロットを仮定している。図から分かるように、ハンドオーバーにより基地局 1 から基地局 2 に切替った直後にウェイトの計算を開始した場合、①送信ダイバーシチを第 2 スロットの先頭から開始するには、ハンドオーバー直後の測定区間を通常の半分の半スロットにしなければならない(測定区間が短い)。さらに、②ハンドオーバー直前にフィードバックされたウェイトは、基地局 1 のウェイトであるため、ハンドオーバー直後の第 1 スロットでは用いられず、③実際に送信ダイバーシチが開始されるのは第 2 スロットからとなり制御が 1 スロット遅延する。

フィードバック遅延 DL は、フィードバック情報の伝送遅延や処理遅延だけでなく、1 つのアンテナウェイトの量子化ビット数や、1 スロットに割り当てられるフィードバックビット数によっても決まってくる。今、アンテナウェイトを 2 ビットで量子化したとして、1 スロットに割り当てられるフィードバックビットが 1 ビットならば、1 つのアンテナウェイトをフィードバックするのに 2 スロットの時間を要する。さらに、基地局の送信アンテナ数が多い場合は、各アンテナの制御ウェイトを順番にフィードバックしていくために、アンテナ数に比例したフィードバック遅延が生じる。したがって、ハンドオーバーにより基地局が切替った場合には、全てのアンテナの最適ウェイトがフィードバックされるまでに大きな遅延が生じてしまう。つまり、ハンドオーバー時に基地局が切替った直後には、閉ループ送信ダイバーシチが完全に機能するまでに長い時間がかかり、特性の劣化につながる。

この特性劣化の影響が顕著に現れるのは、高速セル選択を行う場合である。高速セル選択とは、ソフトハンドオーバーにおける複数のアクティブ基地局(ソフトハンドオーバーにおいて移動局が同時に通信中の基地局)の中で最も受信電力レベルの高い基地局を選択して、その基地局のみからデータを送信し、かつその基地局の選択切替をフェージングに追従可能な程度に高速に行う伝送方式である。これにより、複数の基地局からデータを同時に送信するソフトハンドオーバーに対して、

下りリンクの干渉を減らし、かつ安定した受信電力レベルを確保することができる。但しこの場合、基地局の切替が頻繁に行われる為、切替直後に閉ループ送信ダイバーシチが完全に機能するまでに生じる特性劣化の影響が大きくなり、高速セル切替の利得が得られない問題もある。

以上から本発明の目的は、ハンドオーバー(通常のハンドオーバーやソフトハンドオーバーを含む)により基地局が切替った直後のアンテナウエイトの測定区間が短縮するのを回避できるようにすることである。

本発明の別の目的は、ハンドオーバー直後から送信ダイバーシチのアンテナ制御を開始できるようにすることができる。

本発明の別の目的は、ハンドオーバー直後から十分な送信ダイバーシチ利得を得ることができるようにすることである。

本発明の別の目的は、送信ビームフォーミングのようにフィードバック遅延が大きいシステムや、高速セル選択のように切替頻度が高いシステムにおいて適用できるようにすることである。

発明の開示

本発明の第 1 は、移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法であり、移動局は、ハンドオーバー制御中に、ハンドオーバー先の基地局が送信する下りパイロット信号を受信し、該受信したパイロット信号に基いてハンドオーバー先の基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を予め計算し、ハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する。

本発明の第 2 は、移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法であり、移動局は、ソフトハンドオーバー制御中に、複数の基地局が送信する下りパイロット信号をそれぞれ受信し、各パイロット受信信号に基いて各基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を計算し、ソフトハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する。

以上の第 1、第 2 の発明によれば、ハンドオーバー（通常のハンドオーバーやソフトハンドオーバー）により基地局が切替った直後のアンテナウエイトの測定区間が短縮するのを回避できる。また、ハンドオーバー直後から送信ダイバーシチのアンテナ制御を開始することができ、しかも、ハンドオーバー直後から十分な送信ダイバーシチ利得を得ることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明のフィードバック制御方法を説明するための閉ループ送信ダイバーシチシステムの概略構成図である。

図 2 は本発明における受信制御タイミングおよびフィードバック制御の様子を示す説明図である。

図 3 は本発明の受信制御タイミングおよびフィードバック制御の様子を示す別の説明図である。

図 4 は本発明の第 1 実施例における閉ループ送信ダイバーシチシステムの構成図である。

図 5 は制御量計算装置の構成説明図である。

図 6 はハンドオーバー時のシーケンス説明図である。

図 7 はソフトハンドオーバー時のシーケンス説明図である。

図 8 は第 2 実施例の閉ループ送信ダイバーシチシステムの構成図である。

図 9 は移動局の要部構成図である。

図 10 はソフトハンドオーバー時に高速セル選択を行う場合のシーケンス説明図である。

図 11 は閉ループ送信ビームフォーミングシステムの構成図である。

図 12 は等間隔直線アレーアンテナ説明図である。

図 13 は 2 本の送信アンテナを用いる場合の従来のシステム構成図である。

図 14 は上りリンクのフレーム構成図である。

図 15 は送信アンテナ数が 4 本の場合の送信ダイバーシチシステムの構成例である。

図 16 は移動局の詳細な構成例である。

図 17 はハンドオーバーする場合の従来システムの構成図である。

図 18 はハンドオーバーした場合の受信制御タイミング説明図である。

発明を実施するための最良の形態

(A) 本発明の概略

図 1 は本発明のフィードバック制御方法を説明するための閉ループ送信ダイバーシチシステムの概略構成図であり、2 つの基地局 51、52 間でハンドオーバーを行う場合の例を示している。閉ループ送信ダイバーシチシステムは、基地局 51、52、上位装置である基地局制御装置 53、移動局 54 で構成されている。基地局 51、52、基地局制御装置 53、移動局 54 は上位レイヤにおいて周知のシーケンスにしたがってハンドオーバー制御を行い、移動局は該ハンドオーバー制御に基いて基地局を切り換えるようになっている。

ハンドオーバー制御していない通常通信時、移動局 54 の一方の制御量計算装置、例えば第 1 制御量計算装置 54a は現在通信している基地局 51 のパイロット信号 P_1 、 P_2 を受信して、送信ダイバーシチの最適ウエイト w_1 、 w_2 の計算を行っている。第 1 制御量計算装置 54a はこの計算した最適ウエイト w_1 、 w_2 をフィードバック情報として切替器 54c を介して多重化部 54d に入力し、多重化部は上り送信データとフィードバック情報とを多重して基地局 51 に送信する。基地局 1 は受信したフィードバック情報に基いて下り送信データ信号に振幅、位相制御を施して移動局 54 に向けて送信する。以後、ハンドオーバー制御していない通常通信時には、上記動作が繰り返される。

・通常のハンドオーバー

他の基地局 52 からの受信電界強度が大きくなるとハンドオーバー制御状態になる。通常のハンドオーバーにおいては、移動局 54 は同時に 1 つの基地局としか通信ができない。このため、切替先の基地局 52 と移動局間の通信チャンネル TCH が設定されると、移動局 54 は該通信チャンネルの周波数に切り換え、しかる後、同期確立、タイムアライメント調整などのために切替先基地局 52 との間で同期バーストや通信バーストの送受を行い、最終的に通信チャンネル TCH の起動が完了した後、切替先基地局 52 と本来の通話のための通信を再開する。このため、周波数を切り換えてから通信チャンネル TCH の起動が完了するまで通話が途絶える。従来は、通信チャンネル TCH の起動が完了した後、移動局 54 は基地局 52 のアンテナの重

II

み係数（ウェイト）を計算する。このように、アンテナウェイトの計算をハンドオーバー後に開始するため、アンテナウェイトの測定区間およびフィードバック遅延の影響により、実際の送信ダイバーシチの効果が現れるまでに遅延が生じる。

そこで本発明では、基地局 52 のアンテナのウェイトを早目に計算する。すなわち、移動局 54 は、ハンドオーバー制御において設定された通信チャネル TCH の周波数に切り替えた後、該通信チャネル TCH の起動準備開始と同時に、第 2 制御量計算装置 54b に基地局 52 のアンテナのウェイト計算開始を指示する。これにより、第 2 制御量計算装置 54b は基地局 52 のパイロット信号 P_s, P_p を受信して、送信ダイバーシチの最適ウェイト w_s, w_p の計算を行う。そして、遅延時間を考慮して基地局の切り替え開始時刻より所定時間前に、ウェイト w_s, w_p を基地局 52 に送信する。基地局 52 は受信したウェイト w_s, w_p に基いて下り送信データ信号に振幅、位相制御を施して移動局 54 に向けて送信する。この結果、基地局 52 は本来の通信開始と同時に送信ダイバーシチ制御を行うことができる。以後、ハンドオーバー制御していない通常通信時における送信ダイバーシチ制御が行われる。

・ソフトハンドオーバー

ハンドオーバー以外の通信時に、他の基地局 52 からの受信電界強度が大きくなるとハンドオーバー制御状態になる。ソフトハンドオーバーにおいて、移動局 54 は同時に 2 以上の基地局と通信することができる。このため、基地局 52 と移動局間の通信チャネル TCH が設定されると、移動局 54 は基地局 51 との間で通話のための通信を継続しながら、基地局 52 との間に無線リンクを確立する。かかるソフトハンドオーバーにおいて、基地局 51 からのパイロット信号の強度が設定時間以上連続して設定レベル以下になると、ソフトハンドオーバーによる基地局の切り換えが行われ、移動局 54 は基地局 52 との間で通話のための通信（本来の通信）を開始する。かかるソフトハンドオーバーでは通話が途絶えることはない。しかし、従来移動局 54 は、基地局 52 との間で本来の通信を開始した後、基地局 52 のアンテナの重み係数（ウェイト）を計算する。このように、アンテナウェイトの計算をソフトハンドオーバーによる基地局切替後に開始するため、アンテナウェイトの測定区間およびフィードバック遅延の影響により、実際の送信ダイバーシチの効果が現れるまでに遅延が生じる。

そこで本発明では、基地局 52 のアンテナのウェイトを早目に計算する。すなわち、移動局 54 は、ソフトハンドオーバーにおいて基地局 52 との間に無線リンクが確立すれば、直ちに、第 2 制御量計算装置 54b に基地局 52 のアンテナのウェイト計算を開始を指示する。これにより、第 1 制御量計算装置 54a のウェイト計算と並行して、第 2 制御量計算装置 54b は基地局 52 のパイロット信号 P_3, P_4 を受信して、送信ダイバーシチの最適ウェイト w_3, w_4 の計算を行う。そして、フィードバック制御遅延時間を考慮して基地局の切り替え開始時刻より所定時間前に、ウェイト w_3, w_4 を基地局 52 に送信する。基地局 52 は受信したウェイト w_3, w_4 に基いて下り送信データ信号に振幅、位相制御を施して移動局 54 に向けて送信する。この結果、基地局 52 は本来の通信開始と同時に送信ダイバーシチ制御を行うことができる。以後、ハンドオーバー制御していない通常通信時における送信ダイバーシチ制御が行われる。

以上要約すれば、移動局 54 は、現在通信を行っている基地局 51 のパイロット信号だけでなく、ハンドオーバー先の基地局 52 のパイロット信号も同時に受信し、両方の基地局アンテナの最適ウェイトを計算する。そして、ハンドオーバーにより基地局が切替るより前に、あらかじめ設定されているフィードバック遅延分早いタイミングで、フィードバック情報をハンドオーバー先基地局 52 に送信してウェイトを切り替えさせる。

図 2 は、移動局 54 が基地局 51 から基地局 52 にハンドオーバーした時の本発明における受信制御タイミングおよびフィードバック制御の様子を示したものである。移動局 54 は、ハンドオーバーにより基地局 51 から基地局 52 に切替る前に、基地局 52 のパイロットを用いたウェイトの計算を開始している。したがって、従来のように(図 18 参照)、ハンドオーバー直後の測定区間が短くなることなく(①参照)、精度良くアンテナウェイトを計算することができる。この効果は、測定区間が長い場合により顕著に表れる。

図 3 は、本発明の受信制御タイミングおよびフィードバック制御の様子を示す別の例である。ここで、アンテナウェイトを計算する測定区間は 1 スロットであり、フィードバック遅延は半スロットとなっている。したがって、ハンドオーバーのタイミングより 1 スロット半早く、基地局 52 のパイロットシンボルを用いて、

アンテナウェイトの測定を開始している。これによって、ハンドオーバー直後から基地局 52 の送信ダイバーシチ制御を開始することができる。

(B) 第 1 実施例

図 4 は本発明の第 1 実施例における閉ループ送信ダイバーシチシステムの構成図であり、2 つの基地局間でハンドオーバーを行う場合の例を示しており、図 1 と同一部分には同一符号を付している。図 1 と異なる点は、基地局 51, 52 の構成を明確にしている点、移動局に 54 内にハンドオーバーその他の制御を行う移動局制御部 54e を示している点である。

基地局 51, 52 は同様な構成を備え、それぞれ、ハンドオーバーなどの制御を行う基地局制御部 51a, 52a、アンテナ割り当て、ウェイト制御を行うアンテナ割当・ウェイト制御部 51b, 52b、ウェイト $w_1, w_2; w_3, w_4$ を乗算するウェイト乗算部 51c, 52c、パイロット $P_1, P_2; P_3, P_4$ を発生するパイロット発生部 51d, 52d、パイロットを送信データに合成するパイロット合成部 51e, 52e、2 本の送受信アンテナ 51f-1, 51f-2; 52f-1, 52f-2 等を備えている。アンテナ 51f-1, 51f-2 はフェージング相関が十分低く(無相関に)なるように、すなわち、ダイバーシチ効果を発揮するように例えば 20 波長(20λ)分の長さだけ離れて配置されている。同様にアンテナ 52f-1, 52f-2 も十分離れて例えば 20 波長(20λ)分の長さだけ離れて配置されている。

ハンドオーバー状態でなければ、移動局 54 と通信中の基地局(例えば基地局 51 とする)において、パイロット信号発生部 51d は互いに直交するパイロット信号 P_1, P_2 を発生し、パイロット合成部 51e の合成部 CB1, CB2 は送信データに該パイロット信号を合成し、送信アンテナ 51f-1, 51f-2 から送信する。移動局 54 の第 1 制御量計算装置 54a は受信したパイロット信号 P_1', P_2' と対応する既知のパイロット信号 P_1, P_2 との相関をとることにより、基地局 51 の各送信アンテナ 51f-1, 51f-2 から移動局受信アンテナ 54f までのチャネルインパルス応答ベクトル $\underline{h}_1, \underline{h}_2$ を推定し、ついで、これらチャネル推定値を用いて(1)式で示す電力 P を最大とする基地局 51 の各送信アンテナ 51f-1, 51f-2 の振幅および位相制御ベクトル(ウェイトベクトル) $\underline{w} = [w_1, w_2]^T$ を計算する。そして、これを量子化して切替器 54e を介してフィードバック情報として多重化部 18 に

入力し、多重化部 18 は該フィードバック情報と上り送信データ信号とを多重化して送受信アンテナ 54f より基地局側に伝送する。但し、 w_1 、 w_2 の両方の値を伝送する必要は無く、 $w_1 = 1$ として求めた場合の w_2 の値のみ伝送すればよい。

基地局 51 では、受信アンテナ 51f-2 で、移動局 54 からのフィードバック情報を受信し、アンテナ割当・ウェイト制御部 51b において、制御量である重み係数 w_1 、 w_2 を抽出し、乗算部 51c の乗算器 MP_1 、 MP_2 を用いて下り送信データに重み係数 w_1 、 w_2 を乗算し、送信アンテナ 51f-1, 51f-2 から送出する。これにより、移動局 54 では効率よく 2 本のダイバーシチ送信アンテナ 51f-1, 51f-2 から送信された信号を受信することが出来る。以後、同様の制御が行われる。

以上は基地局 51 と移動局 54 間で通信を行う場合であるが、基地局 52 と移動局 54 間で通信を行う場合も同様である。、但し、この場合には、第 2 制御量計算装置 54b が受信したパイロット信号 P_3' 、 P_4' と対応する既知のパイロット信号 P_3 、 P_4 との相関をとることにより、基地局 52 の各送信アンテナ 52f-1, 52f-2 から移動局受信アンテナ 54f までのチャンネルインパルス応答ベクトル \underline{h}_3 、 \underline{h}_4 を推定し、ついで、これらチャンネル推定値を用いて(1)式で示す電力 P を最大とする基地局 52 の各送信アンテナ 52f-1, 52f-2 の振幅および位相制御ベクトル（ウェイトベクトル） $\underline{w} = [w_3, w_4]^T$ を計算する。

図 5 は第 1、第 2 制御量計算装置 54a, 54b の構成説明図である。第 1 制御量計算装置 54a において、パイロットチャンネル逆拡散部 61a は、受信信号のパイロットチャンネルを逆拡散してパイロット信号 P_1' 、 P_2' を出力する。チャンネル推定部 62a-1, 62a-2 は逆拡散により得られた受信パイロット信号 P_1' 、 P_2' と既知のパイロット信号 P_1 、 P_2 の相関を演算し、基地局 51 の送信アンテナ 51f-1, 51f-2 から受信アンテナ 54f までの各チャンネル推定値 \underline{h}_1 、 \underline{h}_2 を演算する。制御量計算部 63a は、これらチャンネル推定値を用いて(1)式で示す電力 P を最大とする基地局 51 の各送信アンテナ 51f-1, 51f-2 のウェイトベクトル $\underline{w} = [w_1, w_2]^T$ を計算する。

また、第 2 制御量計算装置 54b において、パイロットチャンネル逆拡散部 61b は、受信信号のパイロットチャンネルを逆拡散してパイロット信号 P_3' 、 P_4' を出力する。チャンネル推定部 62b-1, 62b-2 は逆拡散により得られた受信パイロット

信号 P_3 、 P_4 と既知のパイロット信号 P_3 、 P_4 の相関を演算し、基地局 52 の送信アンテナ 52f-1, 52f-2 から受信アンテナ 54f までの各チャネル推定値 \hat{h}_3 、 \hat{h}_4 を演算する。制御量計算部 63b は、これらチャネル推定値を用いて (1) 式で示す電力 P を最大とする基地局 52 の各送信アンテナ 52f-1, 52f-2 のウェイトベクトル $\underline{w} = [w_3, w_4]^T$ を計算する。

・通常のハンドオーバー

基地局 51 との間で通信を行っている時、他の基地局 52 からの受信電界強度が大きくなると、図 6 のシーケンスにしたがって、ハンドオーバー制御が開始する。

すなわち、移動局 54 は他の基地局 52 からの受信電界強度が大きくなると、無線状態（周辺無線基地局からの受信レベル）を基地局 51 を介して基地局制御装置 53 に報告する（ステップ 1）。

基地局制御装置 53 は無線状態報告（チャネル切替要求）を受信すれば確認応答を移動局 54 に返す（ステップ 2）。しかる後、基地局制御装置 53 は、移動局 54 と切替先の基地局 52 間の通信に割り当てる通信チャネル TCH を選択し（ステップ 3）、該通信チャネル TCH を起動するよう基地局 52 に指令する（ハンドオーバー要求、ステップ 4）。基地局 52 は TCH 起動指令を受信すれば確認応答する（ステップ 5）。

ついで、基地局制御装置 53 は、通信中の無線基地局 51 に対して、前記割り当てる通信チャネル TCH を通知し（ステップ 6）、基地局 51 は該通知された通信チャネルをハンドオーバー先の通信チャネルとして移動局 54 に通知する（ステップ 7）。移動局 54 はハンドオーバー先の通信チャネル TCH を受信すれば、直ちに、該通信チャネル TCH に応じたチャネルに切り替え、基地局 52 と通信可能状態にする（ステップ 8）。これと同時に、移動局制御部 54e（図 4）は、第 2 制御量計算装置 54b にウェイト計算開始を指示し、第 1 制御量計算装置 54a にウェイト計算停止を指示し、切替器 54c に第 2 制御量計算装置 54b が計算したウェイト情報を選択出力するよう指示する（ステップ 9）。なお、第 2 制御量計算装置 54b は基地局 52 の受信アンテナ 52f-1, 52f-2 に応じたウェイトを計算する。

以後、切替先基地局 52 と移動局 54 の間で、フレーム同期確立やタイムアライメント調整を行うために同期バースト信号、通信バースト信号を送受する（TCH 起動準備、ステップ 10）。正常な通信が可能になれば、切替先の基地局 52 は TCH

起動完了を基地局制御装置 53 に報告する(ステップ 11)。基地局制御装置 53 は TCH 起動完了信号を受信すれば基地局 51 にチャネル開放を指示してハンドオーバーを完了する(ステップ 12)。

以上のように、移動局 54 は基地局 52 のアンテナのウェイト w_3 、 w_4 を早目に計算するから、基地局 52 との間で本来の通信を開始する時刻より所定時間前にウェイト w_3 、 w_4 を基地局 52 に送信できる。この結果、基地局 52 は受信したウェイト w_3 、 w_4 に基づいて下り送信データ信号に振幅、位相制御を施して移動局 54 に向けて送信するから、本来の通信開始と同時に送信ダイバーシチ制御を行える。以後、ハンドオーバー制御していない通常通信時における送信ダイバーシチ制御が行われる(ステップ 13)。

・ソフトハンドオーバー

以上は通常のハンドオーバーの場合であるが、ソフトハンドオーバーの場合には図 7 のシーケンスにしたがってハンドオーバー制御が開始する。

すなわち、ハンドオーバー以外の通信時に、他の基地局 52 からの受信電界強度が設定レベルより大きくなると、移動局 54 は、基地局 51 を介して受信レベル通知メッセージを基地局制御装置 53 に通知する(ステップ 1)。このメッセージを受信すると、基地局制御装置 53 は基地局 52 に対して移動局 54 へ割り当てる通信チャンネル TCH 等を指示する(無線リンク追加要求、ステップ 2)。基地局 52 は無線リンク追加要求に対して無線リンク追加要求応答を基地局制御装置 53 に返す(ステップ 3)。

ついで、基地局制御装置 53 は基地局 51、52 を介して、アクティブセット更新要求を移動局 54 に送る(ステップ 4)。移動局 54 はアクティブセット更新要求を受信すれば、アクティブセット更新応答を基地局制御装置 53 に返すと共に(ステップ 5)、基地局 52 から通信チャンネル TCH を獲得する(ステップ 6)。

以後、移動局 54 は該通信チャンネルで基地局 52 とも交信可能になり(無線リンク確立、ステップ 7)、基地局 51、52 と同時に交信する。又、これと同時に、移動局制御部 54e(図 4)は、第 2 制御量計算装置 54b にもウェイト計算開始を指示する(ステップ 8)。この結果、第 1、第 2 制御量計算装置 54a、54b は並行してウェイト計算を行う。なお、第 2 制御量計算装置 54b は基地局 52 の受受信アンテナ 52f-1、52f-2

に応じたウェイト w_3 、 w_4 を計算する。

かかる状態において、基地局 51 からのパイロット信号の強度が設定時間以上連続して設定レベル以下になると、移動局 54 は基地局 51 を介して受信レベルを基地局制御装置 53 に通知する(ステップ 9)。この通知により、基地局制御装置 53 は移動局 54 と基地局 51 間の通信終了を決定し、基地局 51、52 を介して移動局 54 にハンドオーバーを指示する(ステップ 10)。移動局 54 はハンドオーバーが指示されると、ハンドオーバー完了を基地局制御装置 53 に送信すると共に(ステップ 11)、基地局 51 間の無線回線を切断する(ステップ 12)。基地局制御装置 53 はハンドオーバー完了を受信すれば基地局 51 に通信チャネルの使用禁止を指示し(ステップ 13)、ハンドオーバー制御が完了する。

以上のように、移動局 54 は基地局 52 のアンテナのウェイト w_3 、 w_4 を早目に計算するから、基地局 52 との間で本来の通信を開始する時刻より所定時間前にウェイト w_3 、 w_4 を基地局 52 に送信する。この結果、基地局 52 は受信したウェイト w_3 、 w_4 に基づいて下り送信データ信号に縦幅、位相制御を施して移動局 54 に向けて送信するから、本来の通信開始と同時に送信ダイバーシチ制御を行うことができる。以後、ハンドオーバー制御していない通常通信時における送信ダイバーシチ制御が行われる(ステップ 14)。

以上、第 1 実施例によれば、移動局 54 は、現在通信を行っている基地局 51 のパイロット信号だけでなく、ハンドオーバー先の基地局 52 のパイロット信号も同時に受信し、両方の基地局アンテナの最適ウェイトを計算する。そして、ハンドオーバーにより基地局が切替るより前に、あらかじめ設定されているフィードバック遅延分早いタイミングで、フィードバック情報をハンドオーバー先基地局 52 のウェイトに切り替える。このため、ハンドオーバー直後から遅延なく送信ダイバーシチのアンテナ制御を開始でき、しかも、ハンドオーバー直後から十分な送信ダイバーシチ利得を得ることができるようになった。

(C) 第 2 実施例

第 2 実施例はソフトハンドオーバーにおける高速セル選択に本発明を適用する例である。高速セル選択とは、ソフトハンドオーバーにおける複数のアクティブ基地局の中で最も受信電力レベルの高い基地局を選択して、その基地局のみからデータ

を送信し、かつ基地局の選択切替をフェージングに追従可能な程度に高速に行う方式である。

・第2実施例の閉ループ送信ダイバーシチシステムの構成

図8は第2実施例の閉ループ送信ダイバーシチシステムの構成図であり、2つの基地局間でハンドオーバーを行う場合の例を示しており、図4の第1実施例と同一部分には同一符号を付している。第1実施例と異なる点は、

- (1)移動局54にセル選択部54gを設けた点、
- (2)基地局51,52のアンテナ割当・ウェイト制御部の代わりに、セル選択部51g,52g、ウェイト制御部51h,52hを設けた点、
- (3)基地局51,52にスイッチ51i,52iを設けた点、

である。

ソフトハンドオーバー状態になっているものとする、移動局54はいずれかの基地局51,52から受信した信号のデータチャネルを逆拡散して送信データを復調、出力する。以上と並行して、移動局54のセル選択部54gは、各基地局51,52からのパイロットチャネルの受信電力を測定し、受信電力の大きい基地局を移動局制御部54eに通知する。移動局制御部54eは、①ソフトハンドオーバー時に制御量計算装置54a,54bの両方にウェイト計算実行を指示すると共に、②切替部54eに受信電力の大きい基地局に応じた制御量計算装置からのウェイトを選択出力するよう指示し、更に、③受信電力の大きい基地局の選択を指示するセル選択情報を多重化部54dに入力する。多重化部54dは受信電力の大きい基地局に応じた制御量計算装置から入力したウェイト w_i, w_j とセル選択情報とより送信データ信号とを多重して各基地局51,52に向けて送信する。

各基地局のセルウェイト制御部51h,52hは受信信号より振幅/位相制御データであるウェイト $w_1, w_2; w_3, w_4$ を抽出し、乗算部51c,52cを制御してこれらウェイトを下り送信データに乘算させる。又、セル選択部51g,52gは受信信号よりセル選択情報を抽出し、自局が指示されている場合には、スイッチ51i,52iを開いて下り送信データを通過させ、自局が指示されていない場合はスイッチ51i,52iを閉じて下り送信データの通過を阻止する。従って、受信電力の大きな基地局からのみ送信データが送信され、受信電力の小さな基地局からはパイロット信号のみが送信され

る。常時、移動局 54 は上記制御を行い、常に受信電力の大きな基地局から送信データを受信する。

・移動局の要部構成

図 9 は移動局の要部構成図であり、図 5 と同一部分には同一符号を付している。セル選択部 54g の電力計算部 65 は基地局 51 から受信したパイロットの受信電力を計算し、電力計算部 66 は基地局 51 から受信したパイロットの受信電力を計算し、比較部 67 は両電力を比較し、大きい方の基地局を移動局制御部 54e に通知する。これにより、移動局制御部 54e は前述の制御を行う。

・高速セル選択の制御

高速セル選択はソフトハンドオーバー時に基地局制御装置 53 を介さずに行われる。但し、無線リンクをはっているアクティブセットの基地局 51, 52 は、基地局制御装置 53 からテンポラリの ID 番号を割当てられている。移動局 54 は、共通パイロットチャネル等の受信電力を測定して、全てのアクティブセットの受信品質を測定する。そして、最も品質の良い基地局の ID 番号をセル選択情報で基地局に通知する。選択された基地局 (Primary cell) は、移動局 54 に対してデータ信号を送信するが、非選択基地局 (non-primary cell) はデータ信号の送信を停止する。高速セル選択によってデータ送信基地局が切り替わると同時に、移動局は新しい Primary cell との間で送信ダイバーシチを開始するが、従来は、アンテナウェイトの計算を基地局切り替え後に開始するため、アンテナウェイトの測定区間およびフィードバック遅延の影響により、実際の送信ダイバーシチの効果が現れるまでに遅延が生じる問題があった。

そこで、第 2 実施例ではソフトハンドオーバー時に高速セル選択を行う場合、移動局は常時 2 つの基地局と通信を行い、受信電力の大きい方の基地局から送信データを受信する。このとき各基地局に応じた制御量計算装置 54a, 54b は常時ウェイト計算する。このため、基地局を高速に切り替える際であっても、切替指示と計算済みウェイトを同時に送信することができ、切替先の基地局による本来の通信制御と送信ダイバーシチ制御を同時に実行することができる。

図 10 はソフトハンドオーバー時に高速セル選択を行う場合のシーケンス説明図である。尚、既にソフトハンドオーバー状態になっており、移動局 54 と各基地局

51,52 間に無線リンクが確立しているものとする。又、

ソフトハンドオーバー時、移動局 54 は、アクティブセットである基地局 51,52 の送信ダイバーシチ制御量(ウェイト)を同時に別々に計算する(ステップ 1)。そして、移動局は 54 受信電力 P が最大の基地局を Primary として選択する。移動局 54 の多重化部 54d は、前記選択された Primary 基地局 ID とその基地局の送信ダイバーシチウェイトと上りリンクの送信データとを多重化して基地局 51,52 に向けて送信する。基地局 51,52 は、移動局 54 からフィードバックされた選択基地局の ID およびアンテナ制御ウェイト情報を受信し、ID が一致した基地局のみが送信ダイバーシチのウェイトを用いて振幅、位相制御を実行し、下り送信データを送信する(ステップ 2 a, 2 b)。以後、上記動作が繰り返され、いつかはソフトハンドオーバーから脱却する。

以上より、第 2 実施例によれば、選択基地局の ID(セル選択情報)をフィードバックする以前に、送信ダイバーシチのウェイトを計算し、基地局選択情報とウェイトを同時に送信することにより、Primary が切り替わった瞬間に遅延無く送信ダイバーシチの効果を發揮することができる。

(D) 第 3 実施例

図 1 1 は閉ループ送信ビームフォーミングシステムの構成図であり、図 4 の第 1 実施例と同一部分には同一符号を付している。異なる点はアンテナ素子をビームフォーミング用のアレイアンテナ 51j とした点、図 4 のアンテナ割当・ウェイト制御部 51b を受信処理部 51k、フィードバック情報抽出部 51m、振幅・位相制御部 51n で置き換えている点である。

閉ループ送信ビームフォーミングの原理は、閉ループ送信ダイバーシチと同じである。一般に、送信ダイバーシチでは、各アンテナが無相関になるようにアンテナ間隔を 10 波長程度以上に広くする。一方、ビームフォーミングでは、アンテナ間隔を 0.5~1 波長程度に設定し、移動局の方向にビーム指向性が形成されるようにウェイトが調整される。

図 1 1 において、受信処理部 51k は上りチャネル信号を受信処理し、フィードバック情報抽出部 51m は、移動局 54 から送られてくるフィードバック情報(ウェイト $w_1 \sim w_4$)を抽出し、振幅・位相制御部 51n はフィードバック情報に基いて乗

算器 MP1~MP4 を制御して各アンテナ素子に入力する送信データ信号の振幅、位相を制御する。アレーアンテナ 51j は等間隔直線アレーアンテナで構成できる。等間隔直線アレーアンテナは図 12 に示すように各アンテナ素子 $A_0 \sim A_m$ ($m=4$) を等間隔 d で直線的に配置したアレイアンテナであり、移相器 $PS_0 \sim PS_m$ ($m=4$) において入力信号 S に順次 $\phi = -k d \sin \theta$ (但し、 $k = 2\pi/\lambda$) の位相差を与えて各アンテナ素子 $A_0 \sim A_m$ に給電すると θ の方向に指向性を生じる。尚、アレーアンテナ 51j の各アンテナ素子 #1~#4 の電波経路は同じであるからパイロットは 1 つのアンテナ素子 #4 からのみ送信しても良い。

ビームフォーミングの場合、ウェイト ($w_1 \sim w_4$) は移動局 54 の移動に伴う角度方向の変化に追従すればよい。送信ダイバーシティに比べるとウェイトの更新速度は遅くて良い。したがって、閉ループビームフォーミングでは、最適ウェイトの測定時間を長く設定するのが一般的である。また、フィードバック遅延の影響が少ないため、アレーアンテナの本数を増やすことができ、長いスロットをかけて全てのアンテナのウェイトをフィードバックすることができる。その反面、ハンドオーバーにより基地局が切替った後に、ビームフォーミングが完全に機能するまでに長い遅延時間を要してしまい、その区間送信ダイバーシティの利得を得ることができない。

そこで、第 8 実施例では、ハンドオーバーにより基地局が切替るより早めにフィードバック情報(ウェイト)を計算してハンドオーバー先の基地局に通知しておくことにより、遅延無くビームフォーミングを開始する。尚、第 8 実施例の閉ループ送信ビームフォーミングにおいても、フィードバック制御遅延時間を考慮してハンドオーバーによる切替より早目にウェイトを切替先の基地局に送信する。

(E) 変形例

送信ダイバーシティには、①位相と振幅を制御する方法、②位相のみを制御する方法がある。以上の実施例は本発明を①の場合に適用した例であるが、本発明を②の場合にも適用することができる。すなわち、「移動局から無線基地局へ位相制御量を表すフィードバック情報を伝送し、基地局において該フィードバック情報に基づいて送信データ信号に位相制御をする」ように実施例を変形し、本発明を位相のみを制御する送信ダイバーシティに適用することができる。

(F) まとめ

ハンドオーバーによる基地局の切替は、上位レイヤーの制御情報として基地局から移動局に通知されるが、移動局ではハンドオーバーによる基地局の切替情報を得た直後に、ハンドオーバー先基地局のアンテナウエイトの計算を開始することができる。あるいは、ハンドオーバー候補となる受信電力の大きい基地局のパイロット信号を用いてあらかじめ各基地局の最適なアンテナウエイトを計算しておくこともできる。システムによっては、移動局が通知したハンドオーバー候補の中から、基地局制御局がハンドオーバーする基地局を決定し、基地局および移動局に通知する形態をとるものもある。

ソフトハンドオーバー時は、複数の基地局のパイロット信号を用いて、(4)式で示す電力 P を最大にするウエイトを計算する。ここで計算されるウエイトは、各基地局アンテナに共通なウエイトである。移動局が移動するのに伴い、ソフトハンドオーバーのアクティブ基地局が入れ替わる。したがって、実際に基地局が入れ替わるより前に、新しいアクティブ基地局のパイロット信号を用いて、アンテナウエイトを計算しておくことにより、入れ替え直後の測定区間が短くなる問題を解決することができる。また、フィードバック情報をフィードバック遅延分早めに新しいアクティブ基地局のウエイトに切り替えることにより、送信ダイバーシティが開始されるまでの遅延をなくし、特性劣化を抑えることができる。

閉ループ送信ビームフォーミングシステムにおいては、ハンドオーバーにより基地局が切替るより早めにフィードバック情報(ウエイト)を計算してハンドオーバー先の基地局に通知しておくことにより、遅延無くビームフォーミングを開始できる。

ソフトハンドオーバーにおける高速セル選択方式では基地局を高速に切り替えるが、常時各基地局のウエイトを計算するため、基地局切替指示と同時に計算済みウエイトを送信することができ、切替先の基地局による本来の通信制御と送信ダイバーシティ制御を同時に実行することができる。

以上本発明によれば、ハンドオーバーにより基地局が切替った直後のアンテナウエイト測定区間の短縮を回避できる。又、ハンドオーバー直後から送信ダイバーシティのアンテナ制御を開始することができ、しかも、ハンドオーバー直後から十分な送信

ダイバーシチ利得を得ることができる。更に、ソフトハンドオーバーにおいても、また、送信ビームフォーミングのようにフィードバック遅延が大きいシステムや、高速セル選択のように切替頻度が高いシステムにおいても同様の効果を奏することができる。

請求の範囲

1. 移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法において、

ハンドオーバー制御中に、ハンドオーバー先の基地局が送信する下りパイロット信号を受信し、

該受信したパイロット信号に基いて該ハンドオーバー先の基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を予め計算し、

ハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する、

ことを特徴とする閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法。

2. 無線基地局に複数のアンテナ素子を設け、

該基地局において同一の送信データ信号に移動局からのフィードバック情報に基づいて異なる位相制御を施し、

該位相制御を施された送信データにパイロット信号を多重して異なるアンテナを用いて送信し、

移動局側では下りパイロット信号を用いて前記フィードバック情報を計算し、該フィードバック情報をハンドオーバーによる基地局切替完了前に上りチャンネル信号に多重化して基地局側に伝送する。

ことを特徴とする請求項1記載のフィードバック制御方法。

3. フィードバック制御遅延時間を考慮してハンドオーバーによる基地局切替完了より早目に前記フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する、

ことを特徴とする請求項1記載の閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法。

4. 基地局の各アンテナ素子をビームフォーミング用のアレイアンテナで構成することを特徴とする請求項1記載の閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法。

5. 移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法において、

ソフトハンドオーバー制御中に、複数の基地局が送信する下りパイロット信号を

それぞれ受信し、

各パイロット受信信号に基づいて各基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を計算し、

ソフトハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する、

ことを特徴とする閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法。

6、無線基地局に複数のアンテナ素子を設け、

該基地局において同一の送信データ信号に移動局からのフィードバック情報に基づいて異なる位相制御を施し、

該位相制御を施された送信データにパイロット信号を多重して異なるアンテナを用いて送信し、

移動局側では下りパイロット信号を用いて前記フィードバック情報を計算し、該フィードバック情報をソフトハンドオーバーによる基地局切替完了前に上りチャネル信号に多重化して基地局側に伝送する、

ことを特徴とする請求項5記載のフィードバック制御方法。

7、フィードバック制御遅延時間を考慮してソフトハンドオーバーによる基地局切替完了より早目に前記フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する。

ことを特徴とする請求項5記載の閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法。

8、移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法において、

ソフトハンドオーバー制御中に、複数の基地局が送信する下りパイロット信号をそれぞれ受信し、

各パイロット受信信号に基づいて各基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を計算すると共に、該パイロット受信信号に基づいて各基地局からの受信電力を計算し、

受信電力が最大の基地局を切替先の基地局と判定し、

該切替先基地局のIDと該切替先基地局に送信するフィードバック情報とを同

時に基地局に向けて送信する。

ことを特徴とする閉ループ送信ダイバーシチにおけるフィードバック制御方法。

9. 移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおける移動局のフィードバック装置において、

ハンドオーバー制御中に、ハンドオーバー先の基地局が送信する下りパイロット信号を受信する受信部、

該受信したパイロット信号に基いてハンドオーバー先の基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を予め計算する制御量計算部、

ハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する送信部、

を備えたことを特徴とする移動局のフィードバック装置。

10. 移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおける移動局のフィードバック装置において、

ソフトハンドオーバー制御中に、複数の基地局が送信する下りパイロット信号をそれぞれ受信する受信部、

各パイロット受信信号に基いて各基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を計算する制御量計算部、

ソフトハンドオーバーによる基地局切替完了前に該フィードバック情報をハンドオーバー先の基地局に送信する送信部、

を備えたことを特徴とする移動局のフィードバック装置。

11. 移動局から無線基地局に少なくとも位相制御量を表すフィードバック情報を伝送する閉ループ送信ダイバーシチにおける移動局のフィードバック装置において、

ソフトハンドオーバー制御中に、複数の基地局が送信する下りパイロット信号をそれぞれ受信する受信部、

各パイロット受信信号に基いて各基地局に送信する位相制御量を表すフィードバック情報を計算する制御量計算部、

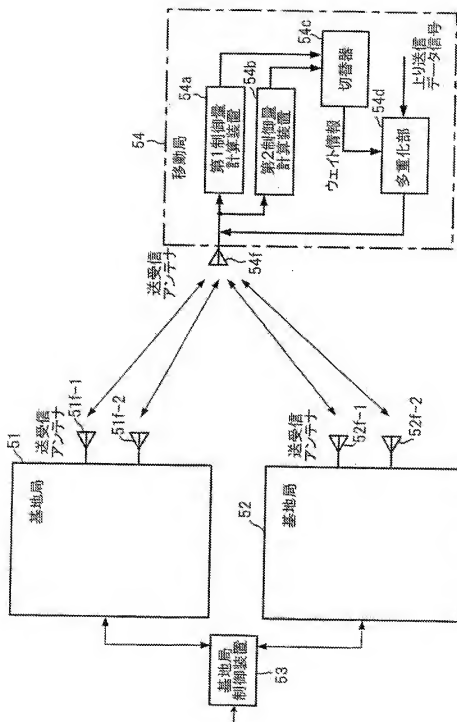
各パイロット受信信号に基づいて各基地局からの受信電力を計算する受信電力計算部、

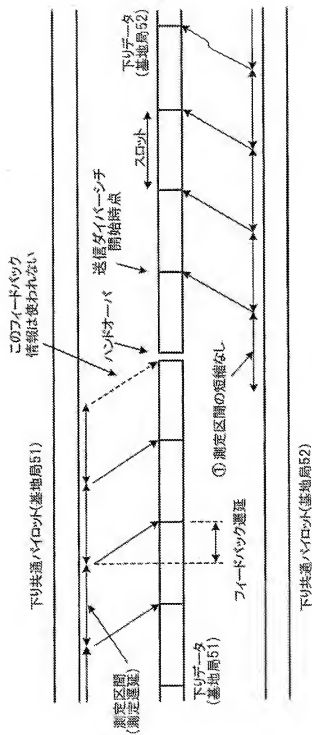
受信電力が最大の基地局を切替先の基地局と判定する切替先基地局判定部、

該切替先基地局の ID と該切替先基地局に送信するフィードバック情報とを基地局に向けて同時に送信する送信部、

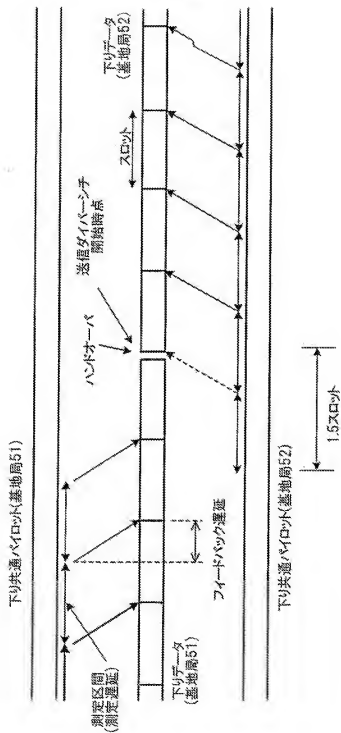
を有することを特徴とする移動局のフィードバック装置。

1/18
第1図

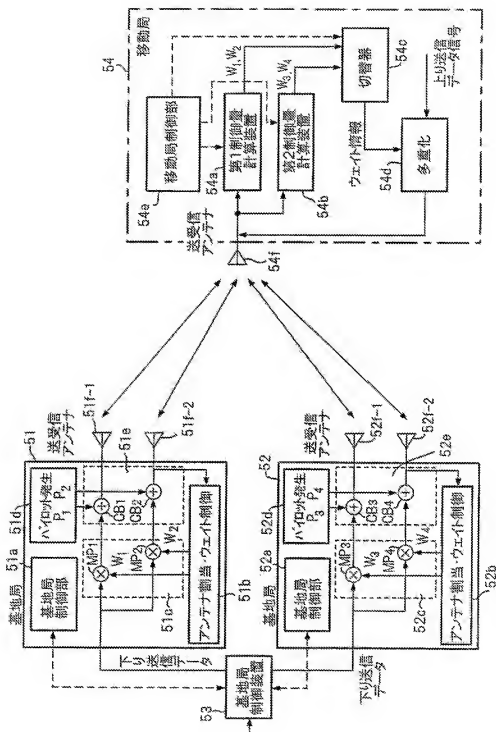


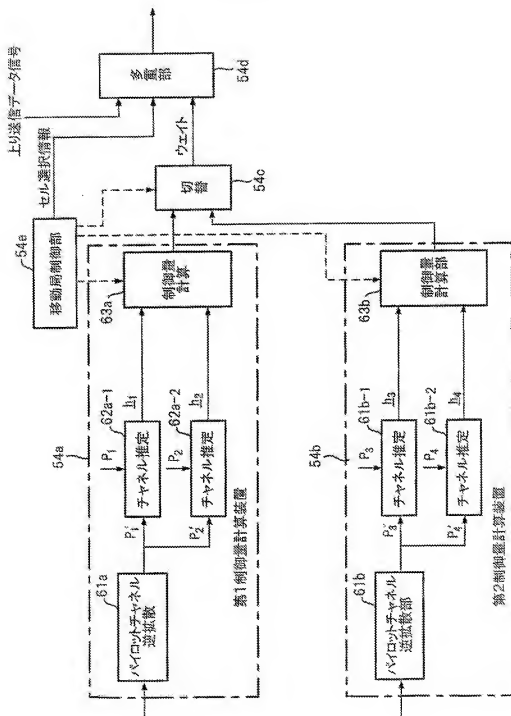
2/18
第2図

3/18
第3図

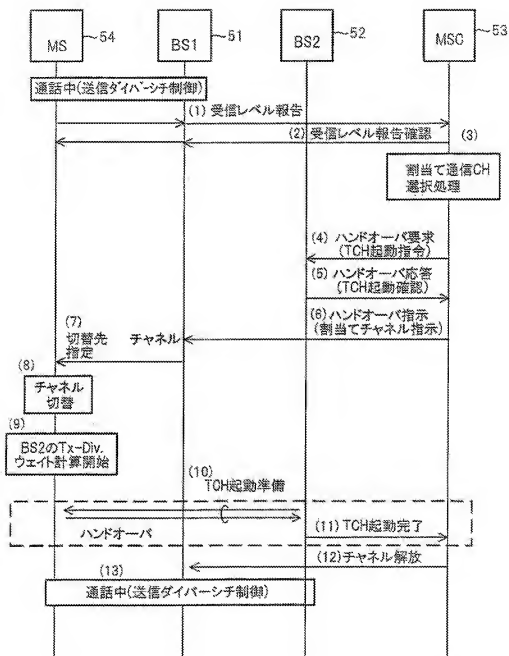


4/18
第4図

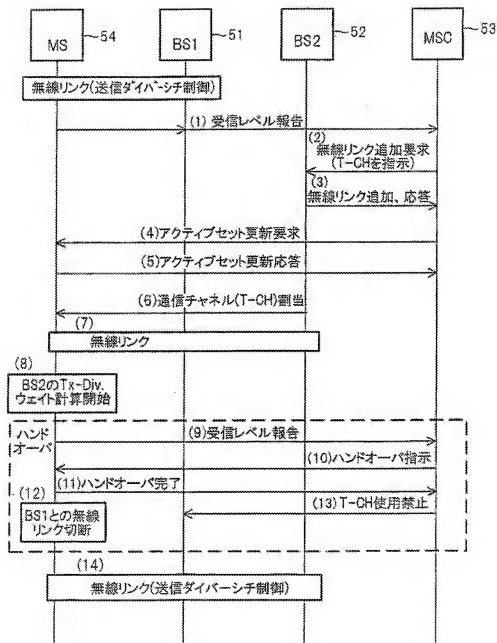


5/18
第5図

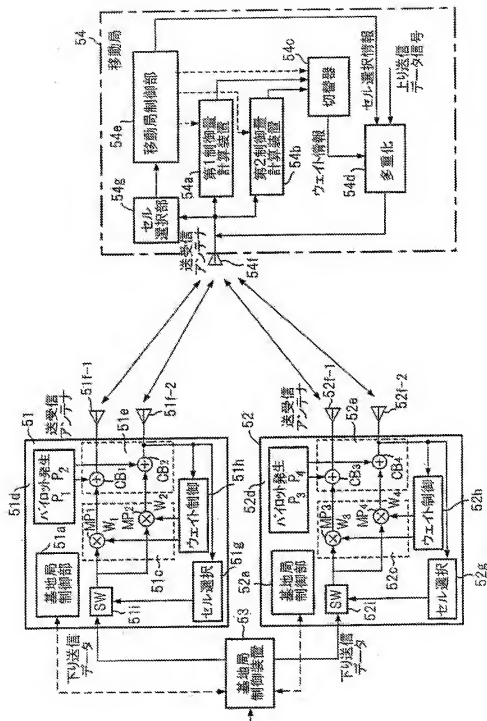
6/18
第6図



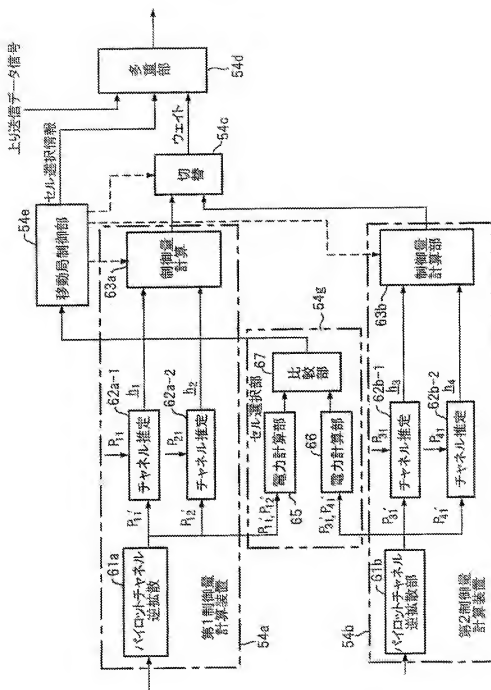
7/18
第7図



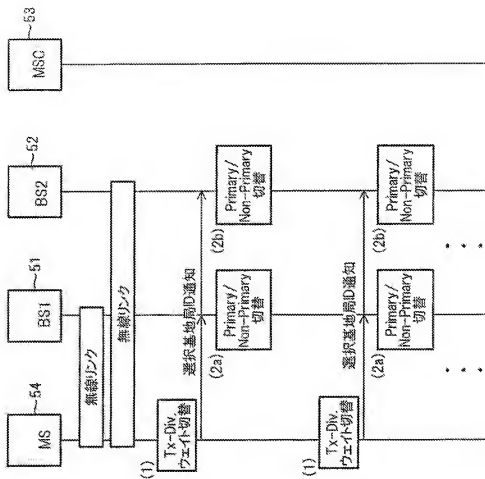
8/18
図8



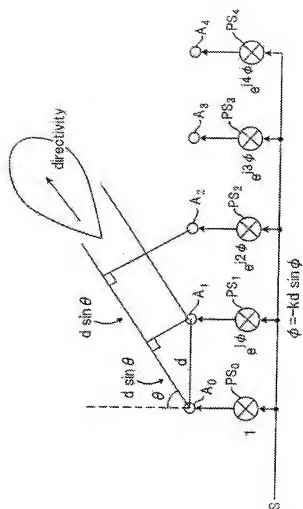
9/18
第9図



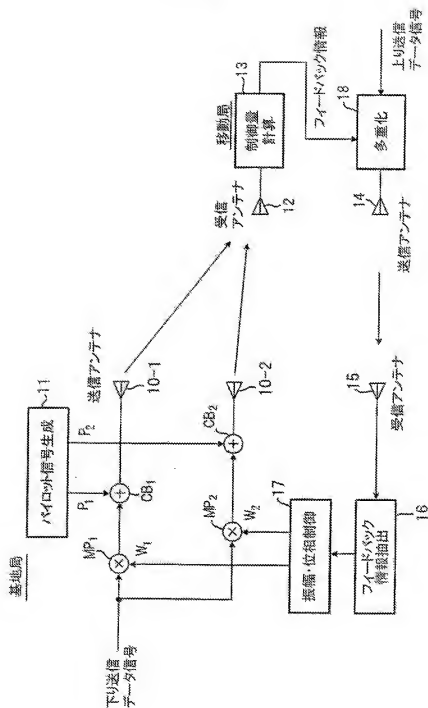
10/18
第10図



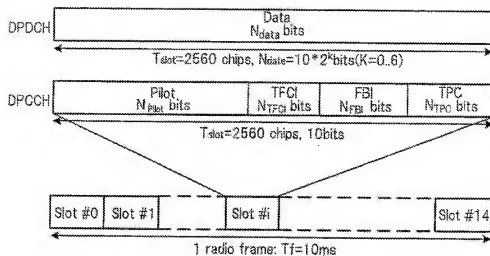
12/18
第12図

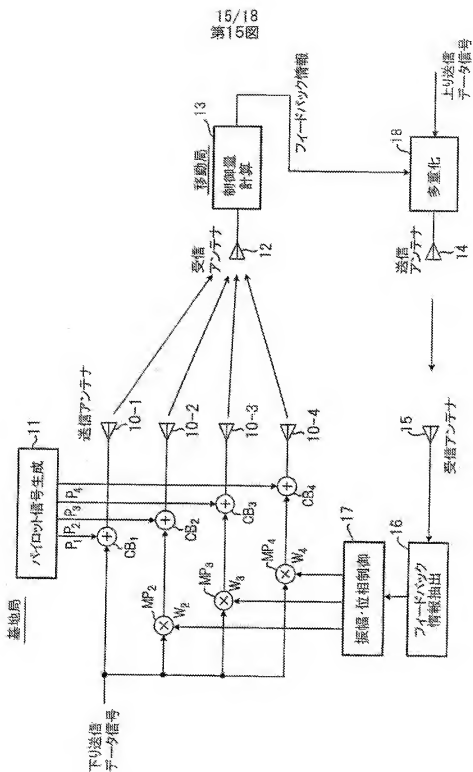


13/18
第13図

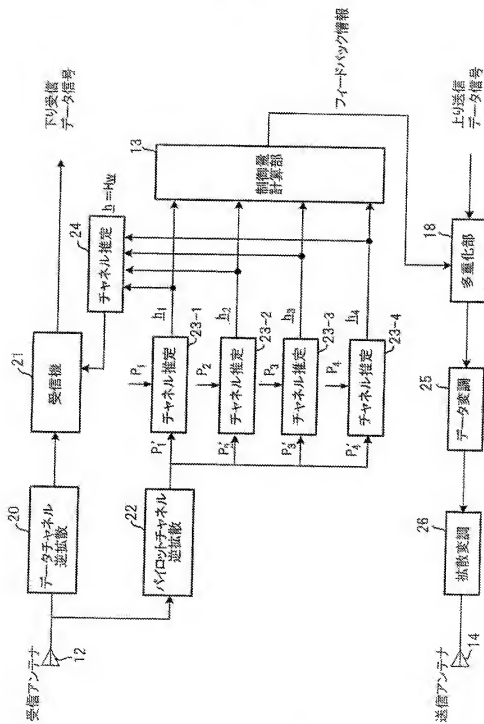


14/18
第14图

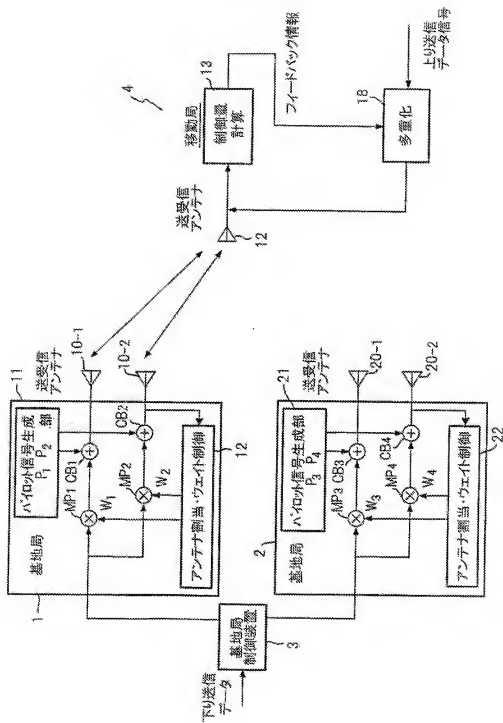


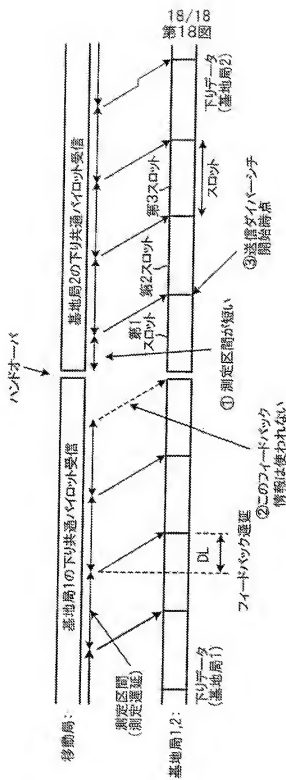
15/18
第15図

16/18
第16図



17/18
第17図





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl.⁷ H04Q7/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2002 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2002 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2002 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | JP 11-215538 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 August, 1999 (06.08.99), & EP 0932319 A2 | 1-11 |
| X | JP 2000-244386 A (Saitama Nippon Denki K.K.), 08 September, 2000 (08.09.00), & CN 1264965 A & DE 10007998 A1 & KR 2000062583 A & BR 200007363 A | 1-11 |
| X Y | JP 2001-169325 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 22 June, 2001 (22.06.01), (Family: none) | 1-4, 9 5-8, 10, 11 |
| A | JP 4-507177 A (Factel Corp.), 10 December, 1992 (10.12.92), & WO 91/07043 A & US 5067147 A & EP 0502019 A1 | 1-11 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"B" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 April, 2002 (16.04.02)Date of mailing of the international search report
30 April, 2002 (30.04.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00300

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 5-503616 A (Pactel Corp.), 10 June, 1993 (10.06.93), & WO 91/07019 A & EP 0500654 A1 & CA 2106017 A | 1-11 |
| A | JP 6-506335 A (Pactel Corp.), 14 July, 1994 (14.07.94), & WO 92/17954 A1 & US 5243598 A & EP 0578741 A1 | 1-11 |
| A | JP 10-503911 A (Nokia Telecommunications Oy), 07 April, 1998 (07.04.98), & WO 96/38015 A1 & FI 9502529 A & AU 9658207 A & NO 9700298 A & EP 0772950 A1 & US 5893033 A & CN 1158208 A | 1-11 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl.⁷ H04Q7/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl.⁷ H04B7/24-7/26
H04Q7/00-7/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国特許実用新案公報 1971-2002年
日本国登録実用新案公報 1994-2002年
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X | JP 11-215538 A (松下電器産業株式会社) 1999. 08. 06 & EP 0932319 A2 | 1-11 |
| X | JP 2000-244386 A (埼玉日本電気株式会社) 2000. 09. 08 & CN 1264965 A & DE 10007998 A1 & KR 2000062583 A & BR 200007363 A | 1-11 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に基礎を提起する文献又は他の文献の発行者若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 04. 02

国際調査報告の発送日

30.04.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

桑江 晃

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

5J 4239

| C (続き) 関連すると認められる文献 | | |
|---------------------|---|-----------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X Y | JP 2001-169325 A (日本電信電話株式会社) 2001. 06. 22 (ファミリーなし) | 1-4, 9 5-8, 10, 11 |
| A | JP 4-507177 A (パクテル コーポレイション) 1992. 12. 10 & WO 91/07043 A & US 5067147 A & EP 0502019 A1 | 1-11 |
| A | JP 5-503616 A (パクテル コーポレイション) 1993. 06. 10 & WO 91/07019 A & EP 0500654 A1 & CA 2106017 A | 1-11 |
| A | JP 6-506335 A (パクテル・コーポレーション) 1994. 07. 14 & WO 92/17954 A1 & US 5243598 A & EP 0578741 A1 | 1-11 |
| A | JP 10-503911 A (ノキア テレコミュニケーションズ オサケ ユキチュア) 1998. 04. 07 & WO 96/38015 A1 & FI 9502529 A & AU 9658207 A & NO 9700298 A & EP 0772950 A1 & US 5893033 A & CN 1158208 A | 1-11 |